

УДК 735.29.(32)

ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ РИСКА ОТ НАВОДНЕНИЙ

Мухачёва Е.С.

Научный руководитель – профессор Симонов К.В.

Сибирский федеральный университет

Введение

Цунамирайонирование приморской территории актуально практически для всей береговой линии мирового океана, включая участки, которые не имеют в непосредственной близости подводных сейсмоактивных зон. Это обусловлено, способностью цунами распространяться на большие расстояния, а также возможностью образования цунами при подводных оползнях и обвалах, вне связи с сейсмичностью. Такие цунами имеют локальный характер, но способны давать высокие заплески (десятки, иногда сотни метров) на ближайших участках побережья.

В настоящее время цунамириск для большинства участков побережья мирового океана возрастает в прямой связи с увеличением плотности застройки и количеством населения. В США около 80% населения проживает в зоне, удаленной от побережья не более чем на 50 миль. В Японии свыше 90% населения живет в 10-километровой зоне, прилегающей к береговой линии, вдоль которой заняты все пригодные для строительства участки.

1. Общие подходы к оценке риска наводнений

С формальной точки зрения решение проблемы количественной оценки риска природной катастрофы состоит в вычислении риска и связанных с ним статистик в одной точке в связи с событием, происшедшим в некоторой другой точке.

Тремя компонентами модели оценки риска являются:

- вероятностная модель источника, определяющая интервалы возникновения и масштаб (магнитуды) событий;
- детерминированная модель распространения, связывающая событие в районе источника с вызываемым им эффектом в районе воздействия, эта модель, также может содержать вероятностные элементы;
- детерминированная либо вероятностная модель воздействия опасного явления на сооружения и население.

Эта общая схема, применимая к задаче оценки риска для природной или техногенной катастрофы, является особенно наглядной для случая оценки риска цунами, когда источник опасности (очаг подводного землетрясения) пространственно отделен (иногда значительным расстоянием, до 10-12 тыс. км.) от объекта воздействия, (население, здания и инженерные сооружения в прибрежной зоне).

Проблема оценки риска допускает аналитическое решение лишь в некоторых простейших случаях. В общем же случае необходимо применять численные методы для

расчета риска, иногда с привлечением методов Монте-Карло. Ниже рассматриваются компоненты этой схемы применительно к задаче цунамирайонирования побережья.

Анализ риска начинается с оценки вероятности возникновения опасности наводнения заданной интенсивности и определения нормированного ущерба от этой интенсивности наводнения. Выше сказано о моделях оценки опасности возникновения морских наводнений с высотой волны превышающей некоторый порог.

Оценка риска цунами сочетает в себе вероятность неблагоприятного события и объем этого события (потери, ущерб). Эти две «элементарные» меры взаимосвязано фигурируют у субъекта (структуры МЧС) при его действиях в условиях неопределенности (в условиях опасности). Строя комбинации этих элементарных мер, адекватных сложившейся ситуации, субъект оценивает уровень опасности и принимает решение на последующие действия (последнее положение относится к управлению риском).

Оценка ущербов от наводнений производится на основе полной стоимости объектов, оказавшихся в зоне поражения, и степени их уязвимости. Под уязвимостью понимается свойство объектов полностью или частично утрачивать способность к выполнению своих функций в результате воздействия опасного природного процесса.

Уязвимость (или состояние повреждения) объекта оценивается по отношению затрат, необходимых для восстановления его прежних функций к полной стоимости объекта, и зависит от качества постройки, инженерно-геологических условий размещения объекта и интенсивности природного воздействия. Величину уязвимости находят исходя из практического опыта – анализа разрушений от имевших место природных катаклизмов или с помощью компьютерного моделирования.

Отметим, что мероприятия по управлению природными рисками можно подразделить на три группы:

- мероприятия, предусматривающие непосредственное вмешательство в развитие опасного процесса и снижение вероятности или интенсивности его проявления;

- мероприятия, направленные на оптимизацию хозяйственной деятельности человека в районах опасности, основой которых являются карты природных опасностей и инженерно-геологического районирования территорий. Снижение уязвимости объектов так же одно из важнейших мероприятий по управлению природной безопасностью;

- мероприятия, включающие просветительскую работу с населением, создание системы предупреждения и экстренного реагирования, принятия своевременных управленческих решений и т.д.

Таким образом, модель риска наводнений не может быть единственным критерием, который надо учитывать при решении задачи зонирования территории по степени опасности цунами.

2. Методика зонирования береговой территории

Оценка риска может стать лишь одним (хотя возможно основным) критерием, который учитывается при зонировании. Для выбора оптимального местоположения объекта, в каждом конкретном случае, необходимо выделить дополнительных критериев.

В работе предлагается подход для зонирования береговой территории по степени опасности от наводнений на основе выделения по критериям «риск-стоимость» отдельных участков побережья, что позволит повысить уровень ее защищенности.

Зонирование и моделирование данных для оптимального районирования защищаемой территории по степени опасности в критериях «риск-стоимость» выполняется на основе оптимизации границ по множеству Парето.

Выше показано, что для оценки ущерба от наводнения возникает задача оценки уязвимости (или состояния повреждения) гидротехнического объекта по отношению к этому неблагоприятному явлению. В современной практике, для оценки состояния повреждения, технические сооружения разного рода могут быть подвергнуты как экспериментальному, так и аналитическому изучению.

В этой связи, предлагается методика оценки состояния гидротехнического объекта, подверженного воздействию наводнений различной природы, с использованием теории нечетких множеств. Предложенную методику можно рассматривать как элемент экспертных систем зонирования прибрежных территории, предназначенный для оценки ожидаемого ущерба от наводнения и, следовательно, риска.

Известно также, что общие процедуры анализа уязвимости уникальных гидротехнических сооружений существуют, однако, детализированная методика, особенно процесс принятия решения, остается в сфере компетентности относительно немногих лиц и основывается главным образом на интуиции экспертов, а не на вычислительных процедурах.

3. Оценка состояния гидротехнического объекта

При решении задачи оценки состояния объекта многим входным данным невозможно сопоставить количественное значение, часто они определяются качественными признаками такими, как «много», «сильное» и так далее. Входные данные также зависят от субъективной оценки экспертов и содержат в себе неопределенность и неоднозначность, которые важно учитывать в процессе принятия решения. Например, известно, что уязвимость объекта зависит от геологических

условий участка, где он размещается, но разбиение исследуемой территории на относительно одинаковые по геологическим характеристикам зоны можно произвести только условно.

В настоящее время признано, что теория нечетких множеств полезна при решении проблем в случае, когда данные представлены в форме лингвистических выражений (словесно) и зависят от субъективных оценок экспертов.

Рассматривая состояние повреждения объекта, важно определить само понятие повреждения как пример нечеткого множества. Естественно, оно зависит от многих параметров (входных данных) таких как материал, характеристика фундамента, геологические характеристики участка, интенсивность наводнения и так далее. В таких обстоятельствах, включающих многие факторы, сложно построить простой классификатор, отображающий многомерное пространство признаков в определенный набор категорий. Кроме того, поскольку не существует хорошо установленного способа определять состояние повреждения, следует эффективно использовать знания, которые могут предоставить опытные инженеры.

В работе предложены алгоритмическое и программное обеспечение для оценки состояния гидротехнического объекта на основе теории нечетких множеств и нелинейной многопараметрической регрессии. Эта алгоритмическая схема составляет основу в системе поддержки принятия решения, применительно к задаче контроля опасных процессов, связанных с наводнениями. Полученные оценки можно использовать для моделирования риска в задаче зонирования прибрежной территории.

Заключение

Выполнено обоснование модели зонирования береговой территории по степени опасности и разработан алгоритм для проведения расчетов. Разработанная методика зонирования защищаемых территории по степени опасности наводнений основана на технологии расчета множества Парето, по которому в дальнейшем эксперт выбирает оптимальный участок для строительства гидротехнических объектов в береговой зоне.

В итоге, разработанное алгоритмическое и методическое обеспечение позволяет повысить эффективность мероприятий по обеспечению безопасности от наводнений для береговых территорий в критериях «риск-стоимость» с учетом оценки состояния гидротехнических сооружений.

В работе предложена расчетная схема для оценки состояния гидротехнического объекта на основе теории нечетких множеств и нелинейной многопараметрической регрессии.